

Endoscope arrangement

Publication number: DE3629435 (A1)

Publication date: 1987-03-12

Inventor(s): TAKAMI OSAMU [JP]

Applicant(s): TOSHIBA KAWASAKI KK [JP]

Classification:

- International: A61B1/05; A61B5/107; A61B1/05; A61B5/107; (IPC1-7); G02B23/26; A61B1/00; A61B1/04; A61B1/06; G01B11/14; G02B23/24

- European: A61B1/05; A61B5/107 J

Application number: DE19863629435 19860829

Priority number(s): JP19850188670 19850829; JP19850213346 19850926

Also published as:

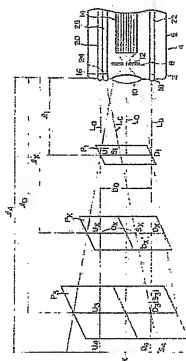
DE3629435 (C2)

Cited documents:

JP5867230 (A)

Abstract of DE 3629435 (A1)

The invention relates to an endoscope arrangement with an endoscope (4) having an insertion part (6) on one end of which there is fitted a distal portion (2). The distal portion (2) is provided with an optical lens system (8) for observation of an object located in front of it and a collimator lens (16, 18, 24) intended for projection of the measurement rays and capable of projecting measurement rays (La, Lb, Lc), which enter the visual field of the optical system (8) at arbitrary angles, from points that are offset relative to the optical axis (Lo) of the optical system (8). The size of the examined object and the distance from the distal portion to the object are determined via the position of an image of the measurement ray (La, Lb, Lc) projected by the collimator lens (16, 18, 24) in an observation image viewed through the optical system (8).



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

18 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
11 DE 3629435 A 1

21 Aktenzeichen: P 36 29 435.7
22 Anmeldetag: 29. 8. 86
23 Offenlegungstag: 12. 3. 87

51 Int. Cl. 4:
A 61 B 1/00
A 61 B 1/04
A 61 B 1/06
G 02 B 23/24
G 01 B 11/14

10. SE
Verfahrensgesamt

DE 3629435 A 1

51 // G02B 23/26

30 Unionspriorität: 29 30 31
29.08.85 JP P 188670/85 26.09.85 JP P 213346/85

71 Anmelder:
Kabushiki Kaisha Toshiba, Kawasaki, Kanagawa, JP

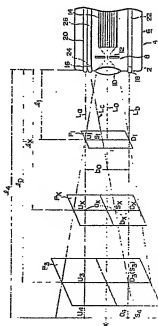
28 Vertreter:
Henkel, G., Dr.phil.; Feiler, L., Dr.rer.nat.; Hänzeli, W.,
Dipl.-Ing.; Kottmann, D., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000
München

72 Erfinder:
Takami, Osamu, Tochigi, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

56 Endoskopanordnung

Die Erfindung betrifft eine Endoskopanordnung mit einem Endoskop (4), das einen Einführteil (6) aufweist, an dessen einem Ende ein distaler Abschnitt (2) angebracht ist. Der distale Abschnitt (2) ist mit einem optischen Objektsystem (8) für die Beobachtung eines davor befindlichen Untersuchungsobjekts und einer für Meßstrahlprojektion vorgesehenen Kollimatorlinse (16, 18, 24), die Meßstrahlen (L_m , L_v , L_s), welche unter beliebigen Winkeln in das Sehfeld des optischen Systems (8) eintreten, von gegenüber der optischen Achse (L_o) des optischen Systems (8) versetzten Stellen aus zu projizieren vermag, versehen. Die Größe des Untersuchungsobjekts und der Abstand vom distalen Abschnitt zum Untersuchungsobjekt werden anhand der Lage eines Bilds des durch die Kollimatorlinse (16, 18, 24) projizierten Meßstrahls (L_m , L_v , L_s) in einem durch das optische System (8) betrachteten Beobachtungsbild bestimmt.



DE 3629435 A 1

Patentansprüche

1. Endoskopanordnung, umfassend ein Endoskop (4, 52) mit einem Einführteil (6, 54) und einem distalen Abschnitt (2, 58) am einen Ende des Einführteils (6, 54) sowie ein am distalen Abschnitt (2, 58) vorgesehenes optisches Objektsystem (8, 60) zum Beobachten oder Betrachten eines vor dem distalen Abschnitt (2, 58) befindlichen Untersuchungsobjekts, gekennzeichnet durch eine Meßstrahl-Projektioneinrichtung (16, 18, 24, 68) zum Projizieren von Meßstrahlen (L_a, L_b, L_c, L_d) aus von der optischen Achse (L_o) des optischen Systems (8, 60) versetzten Positionen an dessen distalem Abschnitt (2, 58) und zum Einführen der Meßstrahlen (L_a, L_b, L_c, L_d) unter beliebigen (any) Winkeln in das Sehfeld des optischen Objektsystems (8, 60).
2. Endoskopanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßstrahl-Projektioneinrichtung (16, 18, 24) mindestens einen parallelen Meßstrahl (L_a, L_b) parallel zur optischen Achse (L_o) des optischen Objektsystems (8) und einen den parallelen Meßstrahl (L_a, L_b) schräg schneidenden (slanting) schrägen Meßstrahl (L_c) projiziert.
3. Endoskopanordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch ein am distalen Abschnitt (58) vorgesehenes Festkörper-Bildaufnahmeelement (66) zum Aufnehmen eines durch das optische Objektsystem (60) geleiteten oder übertragenen optischen Bilds, eine Bildlagen-Detektoreinheit (86) zum Erfassen der Lage eines Bilds eines Meßstrahls (L_d) im Sehfeld des optischen Systems (60) nach Maßgabe eines Signals vom Bildaufnahmeelement (66), eine Abstand-/Größen-Berechnungseinheit (100) zum Berechnen des Abstands vom distalen Abschnitt (58) zum Untersuchungsobjekt sowie der Größe eines Aufnahmebilds des Untersuchungsobjekts nach Maßgabe eines Bildlagensignals von der Bildlagen-Detektoreinheit (86) und eine Anzeigeeinrichtung (94, 98) zum Wiedergeben von Abstands- und Größensignalen von der Abstand-/Größen-Berechnungseinheit (100) in einander überlagelter Beziehung oder getrennt voneinander.
4. Endoskopanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßstrahl-Projektioneinrichtung (68) eine Verschlussseinheit (122) zur Lieferung des Meßstrahls (L_d) mit einem vorbestimmten Takt (timing) aufweist.
5. Endoskopanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildlagen-Detektoreinheit (86) die Zentralposition des Bilds des Meßstrahls (L_d) im Sehfeld des optischen Objektsystems (60) erfährt.
6. Endoskopanordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen am anderen Ende des Einführteils (54) angeordneten Okularteil (160), durch den ein vom optischen Objektsystem (60) geleitetes oder übertragenes optisches Bild betrachtbar ist, eine mit dem Okularteil (160) verbundene Fernsehkamera (162) zum Aufnehmen eines vom optischen Objektsystem (60) übertragenen Bilds (picture image), eine Bildlagen-Detektoreinheit (86) zum Erfassen

der Lage eines Bilds eines Meßstrahls (L_d) im Sehfeld des optischen Systems (60) nach Maßgabe eines Signals von der Fernsehkamera (162), eine Abstand-/Größen-Berechnungseinheit (100) zum Berechnen des Abstands vom distalen Abschnitt (58) zum Untersuchungsobjekt sowie der Größe eines Aufnahmebilds des Untersuchungsobjekts nach Maßgabe eines Bildlagensignals von der Bildlagen-Detektoreinheit (86) und eine Anzeigeeinrichtung (94, 98) zum Wiedergeben von Abstands- und Größensignalen von der Abstand-/Größen-Berechnungseinheit (100) in einander überlagelter Beziehung oder getrennt voneinander.

7. Endoskopanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßstrahl-Projektioneinrichtung (68) eine Verschlussseinheit (122) zur Lieferung des Meßstrahls (L_d) mit einem vorbestimmten Takt (timing) aufweist.

8. Endoskopanordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Bildlagen-Detektoreinheit (86) die Zentralposition des Bilds des Meßstrahls (L_d) im Sehfeld des optischen Objektsystems (160) erfährt.

9. Endoskopanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßstrahl-Projektioneinrichtung (16, 18, 24, 68) Laserstrahlen als Meßstrahlen (L_a, L_b, L_c, L_d) verwendet.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Endoskopanordnung, mit welcher die Größe eines Untersuchungsobjekts, beispielsweise eines erkrankten Teils des Körpers eines Patienten o. dgl., meßbar ist.

In neuerer Zeit sind Endoskopanordnungen verbreitet für die Diagnose und medizinische Behandlung in Körperhöhlen von Patienten eingesetzt worden.

Bei einer solchen Diagnose und Behandlung unter Verwendung einer Endoskopanordnung ist es außerordentlich wichtig, die Größe eines Untersuchungsobjekts, z. B. eines befallenen oder erkrankten Teils, und den Abstand von einem distalen Abschnitt eines Einführteils eines Endoskops zum Untersuchungsobjekt zu messen.

Zu diesem Zweck sind bisherige Endoskopanordnungen so ausgelegt, daß die Größe des Untersuchungsobjekts und der Abstand vom Endoskop zum Untersuchungsobjekt durch Messung der optischen Position und der Vergrößerung eines in bestimmter Weise angeordneten Linsensystems mittels eines hochentwickelten optischen Systems bestimmt werden können. Andererseits weisen solche Anordnungen ggf. einen Detektor oder eine andere spezielle Einrichtung für die Abstandsmessung auf.

Von der ersteren Meßmethode unter Verwendung des optischen Systems kann aber keine große Meßgenauigkeit erwartet werden. Die zweitgenannten Anordnungen sind dagegen unweigerlich kompliziert aufgebaut und daher mit dem Nachteil höherer Fertigungskosten behaftet. Zudem müssen bei Endoskopanordnungen dieser Art die komplizierten Einrichtungen, wie optisches System oder Detektor, für Größen- und Abstandsmessung in den Einführteil des Endoskops eingebaut sein. Letzterer ist daher so sperrig, daß seine Handhabung darunter leidet und dadurch der Diagnose- oder Untersuchungsbereich eingeschränkt ist.

Demzufolge besteht ein zunehmender Bedarf nach

der Entwicklung eines verbesserten Meßsystems für Endoskopanordnungen.

Die in der JP-Patentveröffentlichung 58 67 230 beschriebene Endoskopanordnung ist ein Beispiel für Anordnungen, mit denen die Größe des erkrankten Teils und anderer Untersuchungsobjekte einfach gemessen werden kann. Mit dieser Anordnung kann jedoch nicht der Abstand zwischen dem Untersuchungsobjekt und dem distalen Ende des Einführteils des Endoskops gemessen werden.

Aufgabe der Erfindung ist damit die Schaffung einer Endoskopanordnung, mit welcher durch nur teilweise Verbesserung oder Abwandlung der Konstruktion des Endoskops und ohne Vergrößerung der Abmessungen des Einführteils sowohl die Größe eines Untersuchungsobjekts als auch der Abstand vom distalen Ende eines Einführteils des Endoskops zum Untersuchungsobjekt meßbar sind.

Diese Aufgabe wird bei einer Endoskopanordnung, umfassend ein Endoskop mit einem Einführteil und einem distalen Abschnitt am einen Ende des Einführteils sowie ein am distalen Abschnitt vorgesehene optisches Objektsystem zum Beobachten oder Betrachten eines vor dem distalen Abschnitt befindlichen Untersuchungsobjekts, erfindungsgemäß gelöst durch eine Meßstrahl-Projektionseinrichtung zum Projizieren von Meßstrahlen aus von der optischen Achse des optischen Systems versetzten Positionen an dessen distalem Abschnitt und zum Einführen der Meßstrahlen unter beliebigen (any) Winkeln in das Sehfeld des optischen Objektsystems.

Bei der erfindungsgemäßen Anordnung werden Meßstrahlen projiziert, welche unter beliebigen Winkeln aus von der optischen Achse des optischen Systems versetzten Stellen in das Sehfeld des optischen Objektsystems eintreten. Auf diese Weise können die Größe des Untersuchungsobjekts und der Abstand vom distalen Ende des Einführteils des Endoskops zum Untersuchungsobjekt mittels einer Anordnung gemessen werden, die durch nur teilweise Verbesserung oder Abwandlung des Endoskops, ohne daß dabei der Einführteil sperrig wird, realisiert ist. Infolgedessen können Wirksamkeit und Genauigkeit der Anordnung bei ihrer Verwendung für Diagnose oder medizinische Behandlung erheblich verbessert werden.

Im folgenden sind bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung des Aufbaus des distalen Abschnitts eines Endoskops und des Meßprinzips bei einer ersten Ausführungsform der Erfindung,
Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Sehfeldbilds.

Fig. 3 eine schematische, teilweise in Blockschaltdarstellung gehaltene Darstellung einer elektronischen Endoskopanordnung gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 4 eine schematische Darstellung der End- oder Stirnfläche eines distalen Abschnitts,

Fig. 5 eine schematische Darstellung zur Veranschaulichung des Aufbaus des distalen Abschnitts und des Meßprinzips,

Fig. 6 ein Blockschaltdiagramm eines ersten Speicherteils und einer Systemsteuerung,

Fig. 7 ein Ablaufdiagramm der Meßvorgänge,

Fig. 8 eine graphische Darstellung einer Betriebssequenz der Meßfunktion,

Fig. 9A eine schematische Darstellung eines opti-

schen Bilds eines Meßstrahls,

Fig. 9B eine schematische oder graphische Darstellung von Analogsignalwerten am optischen Bild,

Fig. 9C eine schematische oder graphische Darstellung einer binären Version der optischen Bilddaten,

Fig. 10 eine graphische Darstellung der Lage der Zentralposition des optischen Bilds,

Fig. 11 eine schematische Darstellung einer Monitoranzeige,

Fig. 12 eine schematische Darstellung eines abgewandelten Beispiels für die Monitoranzeige,

Fig. 13 eine schematische Darstellung eines anderen abgewandelten Beispiels für die Monitoranzeige,

Fig. 14 ein Blockschaltdiagramm einer Abwandlung der Kombination aus erstem Speicherteil und Systemsteuerung,

Fig. 15 eine graphische Darstellung einer Betriebssequenz oder -folge der Meßfunktion bei der Abwandlung nach Fig. 14,

Fig. 16 eine graphische Darstellung der Beziehung zwischen einem Aufnahmebild und einem Anzeige- oder Wiedergabebild in der Sequenz bei der Abwandlung nach Fig. 14,

Fig. 17 eine schematische Darstellung einer Abwandlung, bei welcher ein Bild (picture image) über einen Okularteil eines Endoskops abgenommen wird, und

Fig. 18 eine schematische Darstellung einer Abwandlung unter Verwendung eines Pinzettenkanals (forceps channel).

Nachstehend ist anhand der Fig. 1 und 2 eine erste Ausführungsform der Erfindung beschrieben.

In Fig. 1 ist mit 2 ein distaler Abschnitt eines Einführteils 6 eines Endoskops 4 bezeichnet. In den distalen Abschnitt 2 ist ein optisches Objektsystem 8 eingebaut, das eine Objektiv-Linse 10 und eine optische Apertur (oder Blende) 12 aufweist. Ein Bild (eine Abbildung) eines vorderhalb des Abschnitts 2 befindlichen Untersuchungsobjekts wird durch die Linse 10 gesammelt, durch die Apertur 12 verengt (constricted) und dann durch einen Bildleiter 14 zu einem nicht dargestellten Okularteil geleitet. Der Einführteil 6 ist mit einem Pinzetten Schlauch (forceps tube), einem Luftschlauch, einem Wasserschlauch usw. (sämtlich nicht dargestellt) versehen, die sämtlich an der End- oder Stirnfläche des distalen Abschnitts 2 münden. Durch den Einführabschnitt 6 ist ein nicht dargestellter Beleuchtungslichtleiter hindurchgeführt, über den ein Bereich innerhalb einer Körperhöhle vom Ende des Abschnitts 2 zum Untersuchungsobjekt und seiner Umgebung reichend, beleuchtbar ist.

Gemäß Fig. 1 sind an Ober- und Unterseite der Objektiv-Linse 10 im distalen Abschnitt 2 zwei Kollimator-Linsen 16 bzw. 18 zum Projizieren bzw. Ausstrahlen zweier paralleler Meßstrahlen angeordnet. Die durch Lichtleiter 20 und 22 zu den Linsen 16 bzw. 18 gelieferten Lichtstrahlen werden in Form zweier paralleler Meßstrahlen L_1 und L_2 , die parallel zur optischen Achse L_0 der Linse 10 liegen, durch die Linsen 16 bzw. 18 in das Sehfeld der Objektiv-Linse 10 projiziert.

Eine Kollimator-Linse 24 zum Projizieren oder Ausstrahlen eines schrägen Meßstrahls ist an der der Objektiv-Linse 10 zugewandten Seite der Kollimator-Linse 16 angeordnet. Ein über einen Lichtleiter 26 der Linse 24 zugeführter Lichtstrahl wird als schräger, die Strahlen L_1 und L_2 (schräg) schneidender (slanting) Meßstrahl L_3 durch die Linse 24 in das Sehfeld der Objektiv-Linse 10 geworfen.

Die Strahlen L_0 , L_1 und L_2 liegen jeweils auf derselben

Ebene. Der die Strahlen L_a und L_b schneidende Strahl L_c kreuzt oder schneidet den Strahl L_b an einem Punkt D_3 , der durch Änderung des Neigungswinkels des Strahls L_c oder des Abstands zwischen den Strahlen L_a und L_b beliebig eingestellt werden kann. Vorzugsweise befindet sich der Punkt D_3 an der fernsten Stelle innerhalb der durch die Objektiv-Linse 10 und die optische Apertur 12 bestimmten Schärfentiefe.

Die parallelen Meßstrahlen L_a und L_b sowie der schräge Meßstrahl L_c erzeugen ihre entsprechenden optischen Bilder oder Abbildungen (U_a , S_a , D_a), z. B. Bilder (U_1 , S_1 , D_1) oder (U_2 , S_2 , D_2), auf einer Objektebene P_1 in einer beliebigen Position, z. B. der Position P_1 oder P_2 . Diese optischen Bilder (oder Abbildungen) erscheinen gemäß Fig. 2 in einem Feldbild, vom Okularteil aus gesehen. Der Abstand a_2 zwischen den Bildern U_1 und S_1 und der Abstand zwischen den Bildern S_1 und D_1 variieren in Abhängigkeit vom Abstand zwischen der Objektebene P_1 und dem Ende des distalen Abschnitts 2.

Es sei angenommen, daß die Abstände vom Ende des distalen Abschnitts 2 zum vorbestimmten Schnittpunkt D_3 und zur Objektebene P_1 an jeder Stelle gleich ℓ_1 bzw. ℓ_2 und der Abstand zwischen den parallelen Meßstrahlen L_a und L_b gleich b_1 sind. Da ℓ_1 und b_1 bekannte konstante Größen sind, kann der Abstand ℓ_a der sich zu

$$\ell_a = \ell_1 \times \frac{a_2}{b_1}$$

bestimmt, durch Bestimmung des Verhältnisses zwischen b_1 und dem Abstand a_2 zwischen den optischen Bildern U_1 und S_1 auf der Objektebene P_1 ermittelt werden.

Mit anderen Worten: Der Abstand ℓ_a kann nach obiger Gleichung ohne weiteres im Kopf berechnet werden, nachdem das Verhältnis a_2/b_1 mit dem Auge auf dem Feldbild (field image) abgeschätzt worden ist. Wenn somit die Strahlen L_a , L_b und L_c als optische Bilder (oder Abbildungen) auf das Untersuchungsobjekt geworfen werden, kann der Abstand vom Ende des distalen Abschnitts 2 zum Untersuchungsobjekt, z. B. zu einem erkrankten oder befallenen Teil, ohne weiteres anhand der Abstände zwischen den optischen Bildern U_a , D_a und S_a bestimmt werden.

Wenn sich das optische Bild S_a des schrägen Strahls L_c unterhalb des optischen Bilds D_a des parallelen Strahls L_b d. h. außerhalb des Strahls L_b befindet, ist das resultierende Bild unscharf. In diesem Fall läßt sich jedoch der Abstand ℓ_a ebenfalls einfach bestimmen, so daß das Endoskop 4 in den folgenden Betriebsvorgängen zweckmäßig bewegt werden kann.

Bei der Betrachtung eines Polypen innerhalb der Schärfentiefe kann dessen Höhe dadurch gemessen werden, daß der schräge Meßstrahl L_c auf einen vorstehenden Teil des Polypen und die Körperwand geworfen wird. In diesem Zustand fällt nämlich das optische Bild S_a des Strahls L_c auf den vorstehenden Teil des Polypen, während die optischen Bilder U_a und D_a der parallelen Meßstrahlen L_a und L_b auf der Körperwand liegen. Wenn die Bildebene der Objektiv-Linse 10 und das Bild S_a des Strahls L_c konjugiert sind und die Bilder (oder Abbildungen) U_a , D_a und S_a als Objektpunkte der Linse 10 betrachtet werden, erscheinen die betrachteten oder beobachteten Versionen der Bilder U_a und D_a der Strahlen L_a bzw. L_b unscharf. Wenn die Bildebene der Linse 10 so verschoben wird, daß sie mit den optischen Bildern U_a und D_a der Strahlen L_a bzw. L_b konjugiert oder zusammenfällt, erscheint eine betrachtete Version

des Bilds S_a des schrägen Strahls L_c unscharf. Die Höhe des Polypen kann mithin mittels der Verschiebung der Bildebene der Objektiv-Linse 10 ermittelt werden.

Bei der beschriebenen Ausführungsform sind die Kollimator-Linsen 16 und 18 zum Projizieren der parallelen Meßstrahlen an Ober- bzw. Unterseite der Objektiv-Linse 10 angeordnet. Wahlweise können sie jedoch auch jeweils an linker bzw. rechter Seite der Objektiv-Linse 10 angeordnet sein. Ebenso kann die Kollimator-Linse 24 für den schrägen Meßstrahl nicht an der Innenseite der Linsen 16 und 18, sondern an deren Außenseite angeordnet sein.

Anstelle der Kollimator-Linsen 16, 18 und 24 können zudem auch Lichtleitfasern für die Lichtleiter 20, 22 und 26 verwendet werden. In diesem Fall muß die End- oder Stirnfläche jedes Lichtleiters in Form einer Linsenfläche gekrümmt sein.

Anstatt der getrennten Kollimator-Linse 16 für den parallelen Strahl und der Kollimator-Linse 24 für den schrägen Strahl kann weiterhin auch eine gemeinsame Kollimator-Linse für parallelen und schrägen Meßstrahl vorgesehen werden. In diesem Fall sollten die jeweiligen optischen Achsen der parallelen und schrägen Strahlen vorzugsweise so angeordnet sein, daß sie einander im Zentrum der gemeinsamen Kollimator-Linse schneiden. Auf diese Weise können die von der Kollimator-Linse emittierten parallelen und schrägen Strahlen miteinander in Flucht gebracht werden.

Anstelle des Bildleiters 14 kann ein Festkörper-Bildaufnahmeelement verwendet werden.

Im folgenden ist anhand der Fig. 3 bis 18 eine zweite Ausführungsform der Erfindung beschrieben.

Ein in Fig. 3 dargestelltes Endoskop 52 weist einen Einführtteil 54 und einen Bedienteil 56 auf. Am einen Ende des Einführtteils 54 ist ein distaler Abschnitt 58 angebracht, während der Bedienteil 56 mit dem anderen Ende des Einführtteils 54 verbunden ist.

Gemäß den Fig. 4 und 5 ist der distale Abschnitt 58 mit einem optischen Objektivsystem 60 versehen, das eine Objektiv-Linse 63 und eine optische Apertur 64 umfaßt. Ein(e) optische(s) Bild (oder Abbildung) eines vor dem Abschnitt 58 befindlichen Untersuchungsobjekts wird durch die Linse 62 gesammelt, durch die Apertur 64 verengt (constricted) und sodann auf ein Festkörper-Bildaufnahmeelement 66, z. B. ein CCD-Element, projiziert. Eine zum Projizieren oder Ausstrahlen eines Meßstrahls dienende Kollimator-Linse 68 ist in einem Abstand von der optischen Achse L_0 der Objektiv-Linse 62 am distalen Abschnitt 58 angeordnet; sie dient dazu, einen über Lichtleiter 72 von einer noch zu beschreibenden Beleuchtungslichtquelle 70 gelieferten Lichtstrahl in das Sehfeld der Objektiv-Linse 72 zu projizieren bzw. zu werfen. Die Linse 68 wird im voraus so justiert, daß sie einen Meßstrahl L_0 unter einem gewünschten Winkel β zur optischen Achse L_0 der Linse 62 ausstrahlt. Der distale Abschnitt 58 ist mit einer Pinzettöffnung 74, einer Luftöffnung 76, einer Wasseröffnung 78, Beleuchtungsfenstern 80 usw. versehen. Der Bedienteil 56 ist mit den Lichtleitern 72 verbunden, die ihrerseits an die Licht(strahl)quelle 70 angeschlossen sind. Die Lichtleiter 72 dienen zur Führung eines Lichtstrahls von der Lichtquelle 70 zu den Fenstern 80 und zur Linse 68. Der Bedienteil 56 ist elektrisch mit einer Videosignal-Verarbeitungs-/Anzeigeneinheit 82 und einem Aufzeichnungssystem 84 verbunden.

Die Verarbeitungs-/Anzeigeneinheit 82 umfaßt eine Videosignal-Verarbeitungsschaltung 86, einen A/D-Wandler 88, einen Speicherteil 90, einen D/A-Wandler

92, einen Monitor 94 für reelles Bild, einen Monitor 96 für photographische Stehbildaufnahme, einen Monitor 98 für angehaltenes/reelles (frozen/real) Bild, eine Systemsteuerung 100, eine Eingabevorrichtung 102 usw. Die Verarbeitungsschaltung 86 dient zum Umwandeln eines vom Festkörper-Bildaufnahmeelement 66 aufgenommenen Bildsignals in ein vorbestimmtes Fernseh- oder Videosignal. Der A/D-Wandler 88 wandelt analoge Bilddaten in digitale Bilddaten zum Anhalten (freezing) des Bilds um. Der Speicherteil 90 speichert die digitalen Bilddaten vom Wandler 88. Der D/A-Wandler 92 dient zum Umwandeln der digitalen Bilddaten in ein analoges Bildsignal zwecks Wiederherstellung der Daten zu einem Videosgangssignal. Der Reellbild-Monitor 94 dient zur Überwachung eines reellen Bilds nach Maßgabe des analogen Bildsignals von der Schaltung 86. Der Monitor 96 gibt die analogen Bilddaten vom Wandler 92 wieder. Der Anhalte/Reellbild-Monitor 98 dient zur selektiven Überwachung oder Wiedergabe eines angehaltenen oder eines reellen Bilds. Die Systemsteuerung 100 ist für die erfindungsgemäße Rechenoperation und die Steuerung der einzelnen Einheiten vorgesehen. Die Eingabevorrichtung 102 dient zum Eingeben von Zeichen und dgl.

Ein Aufnahmestystem 84 enthält eine Stehbildkamera 104 und ein Videobandaufnahmegerät (VTR) 106. Mit der Kamera 104 können die Bilddaten vom Monitor 96 nach Bedarf aufgenommen werden. Das Videobandaufnahmegerät 106 dient zum Aufnehmen und Wiedergeben der analogen Bilddaten.

Gemäß Fig. 6 umfaßt der Speicherteil 90 Einzelbild-Speicher 108, 110 und 112 für beobachtete angehaltene Bilder (observed image/freezing), Messung bzw. Zeichen. Die Systemsteuerung 110 enthält eine Zentraleinheit (CPU) 114, eine Speicherschnittstelle 116 und eine Meßfunktions-Schnittstelle 118. Der Speicher 108 speichert ein Einzelbild-Beobachtungsbild. Der Speicher 110 speichert eine modifizierte Version des Einzelbild-Beobachtungsbilds, dem ein optisches Bild des Meßstrahls L_0 überlagert ist. In Abhängigkeit von einem Befehl von der Zentraleinheit 114 werden eine gitterartige Skala und vorbestimmte Zeichen (oder Symbole) in den Speicher 112 eingeschrieben. Die Zentraleinheit 114 steuert die gesamte Anordnung. Die Schnittstelle 116 koordiniert die Zentraleinheit 114 und die Speicher 108, 110, 112. Die Schnittstelle 118 dient zur Betätigung eines zwischen der Kollimator-Linse 68 für Meßstrahlprojektion und den Lichtleitern 72 angeordneten Verschlusses 122 mittels eines beispielsweise am Bedienteil 56 angeordneten Meßfunktions-Schalters 120. In Abhängigkeit von der Betätigung der Blende 122 steuert die Zentraleinheit 114 die Speicher 108, 110 und 112. Bei 124 ist eine Zusammensetzungseinheit für das Zusammensetzen von Bilddaten von den Speichern 108 und 112 angedeutet.

Im folgenden ist das der Erfindung zugrundeliegende Prinzip erläutert. Es beruht auf den Beziehungen zwischen den Positionen von optischen Bildern (oder Abbildungen) für Messung auf einer zu erwartenden Bildebene für Bildaufnahme, der Größe der Bildebene im Sehfeld für Bildaufnahme oder -beobachtung sowie dem Abstand vom Ende des distalen Abschnitts 58 des Einführteils 54 des Endoskops 52 zu einem Untersuchungsobjektbereich, die dann erhalten oder bestimmt werden, wenn der Meßstrahl L_0 unter einem Winkel β vom Ende des distalen Abschnitts 58 auf den Untersuchungsobjektbereich geworfen wird.

Gemäß Fig. 5 wird das Sehfeld des optischen Objektsystems 60 aus Objektiv-Linse 62 und optischer

Apertur 64, vom Ende des distalen Abschnitts 58 zum Untersuchungsobjektbereich hin gesehen, durch den Abbildungswinkel α bestimmt. In diesem Fall erlauben die Bildebenen P_1 , X und P_2 eine Bildaufnahme innerhalb der Schärfentiefe des optischen Systems 60. Die Apertur 64 besitzt eine rechteckige Form.

Wenn der Meßstrahl L_0 unter einem Winkel β aus einer Position in einem Abstand a_0 von der optischen Achse L_0 der Objektiv-Linse 62 am Ende des distalen Abschnitts 58 auf den Untersuchungsobjektbereich projiziert oder geworfen wird, schneidet der Strahl L_0 die Achse L_0 in einem Abstand ℓ_0 von der Linse 62.

Hierauf nehmen optische Bilder oder Abbildungen, die erzeugt werden, wenn der Strahl L_0 die in Abständen ℓ_1 , ℓ_2 und ℓ_0 befindlichen Bildebenen P_1 , X bzw. P_2 durchläuft, die Lagen S_1 , S_x bzw. A_2 ein. Demzufolge variiert die Beziehung zwischen den Abständen von den Oberkanten der Ebenen P_1 , X und P_2 zu den einzelnen optischen Bildern oder Abbildungen einerseits sowie den Abständen von der optischen Achse L_0 zu den Bildern oder Abbildungen (andererseits) mit den Abständen vom Ende des distalen Abschnitts 58 zu den Ebenen P_1 , X und P_2 .

Wenn der Schnittpunkt (Bezugspunkt) der optischen Achse L_0 und des die Oberkanten E_1 , E_x und E_2 der Bildebenen P_1 , X und P_2 verbindenden Hüllstrahls L_e gleich 0 ist, (bei 0 liegt), und wenn folgendes vorausgesetzt wird:

ℓ_x = Abstand vom Ende des distalen Abschnitts 58 zu einer beliebigen (any) mittleren Bildebene X ,

a_x = Abstand vom optischen Bild S_x auf der Ebene X zur optischen Achse L_0 ,

b_x = Abstand von der Oberkante E_x der Ebene X zum Bild S_x ,

a_x = Abstand von der Oberkante E_x der Ebene X zur Achse L_0 (halbe lotrechte Länge der Ebene X),

b_0 = Abstand von der Oberkante E_2 der entferntesten Bildebene P_2 zum optischen Bild A_2 auf der Ebene P_2 ,

ℓ_1 = Abstand vom Ende des distalen Abschnitts 58 zum Bezugspunkt 0 und

ℓ_2 = Abstand vom Schnittpunkt zwischen Meßstrahl L_0 und Hüllstrahl L_e zum Ende des distalen Abschnitts 58,

sollte:

$$a_x + b_x = \ell_x$$

$$a_x = (b - \ell_0) \tan \beta,$$

$$b_x = (\ell_x - b) \tan \frac{\alpha}{2} + \tan \beta,$$

$$\ell_x = (\ell_1 + \ell_0) \tan \frac{\alpha}{2} \text{ und}$$

$$\ell_2 = \frac{a_0 - \ell_1 \tan \frac{\alpha}{2}}{\tan \frac{\alpha}{2} + \tan \beta}.$$

Wenn das Verhältnis zwischen dem Abstand ℓ_x von der optischen Achse L_0 zur Oberkante E_x und dem Abstand a_x von der Achse L_0 zum Bild S_x gleich $m (= \ell_x/a_x)$ ist, bestimmen sich der Abstand ℓ_x vom Ende des distalen Abschnitts 58 zur mittleren Ebene X sowie die Länge oder der Abstand ℓ_x gleich der halben lotrechten Länge der Ebene X zu

$$l_x = \frac{a_0 m - l_1 \tan \frac{\alpha}{2}}{m \tan \beta + \tan \frac{\alpha}{2}} \quad (1)$$

bzw.

$$l_x = l_1 \tan \frac{\alpha}{2} + l_1 \tan \frac{\alpha}{2} \quad (2)$$

Damit lassen sich alle Bildebenen für Bildaufnahme als Modifikationen von Lage und Größe der mittleren Bildebene auf der optischen Achse L_0 ausdrücken.

Der Projektionswinkel β des Meßstrahls L_0 in das Schfeld des optischen Objektsystems 60 einzutreten vermag. Wenn in diesem Fall zur Vereinfachung der Berechnung $\beta = 0^\circ$ vorausgesetzt wird, lassen sich Gleichung (1) und (2) wie folgt umordnen:

$$l_1 = \frac{a_0 m}{\tan \frac{\alpha}{2}} - l_1$$

und

$$l_x = a_0 m.$$

Im folgenden sind die Operationsvorgänge der Zentraleinheit 114 erläutert. Die folgende Beschreibung bezieht sich nur auf die mittlere Bildebene X und das auf dieser erzeugte optische Bild S_x .

(1) in einem Schritt 1 (S71) werden Bilddaten auf einem vorbestimmten Signalpegel binär codiert.

Wenn der Meßfunktionen-Schalter 120 geschlossen wird, wird der Verschluss 122 gemäß Fig. 8 unmittelbar nach der Betätigung des Schalters geöffnet und nur für eine Einzelperiode offen gehalten, und zwar in Übereinstimmung (in line) mit der Fernseh-Synchronisierung (Teil- oder Einzelbildsynchronisierung des CCD-Festkörper-Bildaufnahmemeßelements 66). Daraufhin werden die Bilder fortlaufend im Speicherteil 90 abgespeichert; wahlweise wird das augenblickliche Teil- oder Einzelbild (one-frame image) nach Maßgabe eines Befehlssignals für die Betätigung des Schalters 120 angehalten und im Einzelbild-Speicher 108 für Beobachtungsbild/Anhalten abgespeichert. Sodann wird das nächste Einzelbild (dem der Meßstrahl L_0 überlagert ist) im Einzelbild-Speicher 110 für Messung gespeichert. Anschließend wird das Bild im Speicher 108 von dem Strahlüberlagerten Bild im Speicher 110 substrahiert, wobei gemäß Fig. 9A nur das optische Bild S_x erhalten wird. Da das resultierende Bild gemäß Fig. 9B Wellenformdaten darstellt, wird es in eine binäre Version auf einem vorbestimmten Pegel gemäß Fig. 9C umgewandelt. In den Fig. 9A bis 9C gibt die strichpunktierte Linie die sich in lotrechter Richtung der Bildebene erstreckende Übertragungs- oder Verlaufsstrecke des Meßstrahls L_0 an.

(2) Im Schritt 2 (S72) wird der Bereich (region) des binär codierten optischen Bildsignals erfaßt.

In der das binär codierte Signal zeigenden Fig. 10 stehen x_0 für eine Adresse am Ausgangspunkt oder linken Ende eines Speicherrasters (Startadresse in waagrechtlicher Richtung des Speichers), x_1 für eine Adresse einer vorlaufenden Flanke und x_2 für eine Adresse einer nachlaufenden Flanke.

(3) Im Schritt 3 (S73) wird die Lage des zentralen Bildelements im Bildsignalbereich, d. h. die Zentralposi-

tion des optischen Bilds, bestimmt.

Die Adresse X_c der Zentralposition des optischen Bilds bestimmt sich zu

$$X_c = X_1 + \frac{X_2 - X_1}{2}$$

$$= \frac{X_1}{2} + \frac{X_2}{2}$$

Wenn auf diese Weise die Zentralposition X_c bestimmt ist, können die nachfolgenden Berechnungen für die Messung durchgeführt werden.

(4) Im Schritt 4 (S74) wird der Abstand a_x zwischen der optischen Achse L_0 und dem optischen Bild S_x berechnet.

(5) Im Schritt 5 (S75) wird der Abstand t_x zwischen der Achse L_0 und der Oberkante E_x durch den Abstand a_x dividiert.

(6) Im Schritt 6 (S76) werden Gleichung (1) und (2) aufgelöst (operated), und zwar unter Heranziehung des in Schritt 5 erhaltenen Quotienten sowie verschiedener anderer vorbestimmter Größen, einschließlich des Abstands a_0 zwischen der optischen Achse L_0 und der Emissionsstelle des Meßstrahls L_0 des Projektionswinkels β des Abstands ℓ_1 zwischen dem Bezugspunkt O und dem Ende des distalen Abschnitts 58 sowie des Abbildungswinkels α . Auf diese Weise werden der Abstand ℓ_x vom Ende des distalen Abschnitts 58 zum Untersuchungsobjektbereich X und die Länge $2t_x$ der Bildebene am Bereich X bestimmt.

(7) Im Schritt 7 (S77) werden der Abstand ℓ_x und die Länge $2t_x$ auf dem Monitor 98 für Anhaltebild/reelles Bild in vorbestimmter Weise unter Verwendung eines graphischen Speichers, nach vorheriger Abspeicherung im ersten Speicherteil 90, wiedergegeben.

Bei Beschickung mit dem Befehlssignal für die Betätigung des Meßfunktionen-Schalters 120 schreibt die Zentraleinheit 114 eine in Fig. 11 gezeigte raster- oder gitterartige Skala 126 in den Einzelbild-Speicher 112 für Zeichen ein. Zu diesem Zweck liest die Zentraleinheit 114 Daten aus einem nicht dargestellten Festwertspeicher (ROM) aus, der zur Lieferung einer Speicheradresse für Skalenanzeige (scale indication) dient, um damit die vorher beschriebene Operation abzuschließen. Daraufhin wird die Skala 126 auf dem Bildaufnahmebereich 128 des Bildschirms des Monitors 98 (Kathodenstrahlröhren-Anzeigeeinheit) wiedergegeben. Diese Skala ist ortsfest oder stülpend. Die Größe der Skala 126 auf dem Monitorbildschirm ist konstant, und die Zahl der Gittermaschen der Skala ist gleich n .

Die auf vorher beschriebene Weise berechnete Länge t_x (halbe Länge der Bildebene) wird durch n dividiert, und der resultierende Quotient wird mit 2 multipliziert. Auf diese Weise wird die Größe jeder (Gitter-)Masche bestimmt und als Länge pro Teilung(seinheit) (mm/div) im Anzeigebereich 130 für Begutachtung o. dgl. auf dem Bildschirm gemäß Fig. 11 wiedergegeben. Die Zentraleinheit 114 veranlaßt den nicht dargestellten Festwertspeicher, Zeichen oder Symbole entsprechend der wiedergegebenen Größe zu erzeugen, und sie schreibt die Zeichen in den Einzelbild-Speicher 112 für Zeichen ein. Wenn die Daten auf diese Weise in den Speicher 112 eingeschrieben sind, werden eine Abbildung (picture image) 132 und Zeichen 134 (einschließlich der Skala 126) übereinander gesetzt und auf dem Monitorbildschirm wiedergegeben, nachdem sie mit den wiedergegebenen Bilddaten synchronisiert worden sind. Die Skala

la 126 wird weiterhin wiedergegeben oder angezeigt, und die Abbildung wird für eine vorbestimmte Zeit oder bis zur Lieferung eines anderen Befehlssignals für die Betätigung des Meßfunktions-Schalters 120 angehalten (freigegeben).

Bei der beschriebenen Anordnung können die genaue Größe des Aufnahmebilds und der Abstand vom Ende des distalen Abschnitts 58 innerhalb der geeigneten Bereichsgröße der Bildelemente und des geeigneten Bereichs der Software- oder Hardware-Genauigkeit auf der Grundlage des vorher beschriebenen Prinzips automatisch ermittelt werden. Wenn der Winkel β gleich $\beta = 0^\circ$ ist, kann die Rechenverarbeitungsfunktion von Schritt 6 weiter vereinfacht werden. Wenn weiterhin die Lage des optischen Bilds S_d des Meßstrahls L_d auf der Bildebene X mit der Richtung der Horizontalkomponente des Videosignals in Flucht ist, können die Verarbeitungsfunktionen der Schritte 1–4 in Verbindung mit Hardware-Verarbeitung für die Erfassung der Lage des Bilds S_d vereinfacht werden.

Bei der beschriebenen zweiten Ausführungsform wird gemäß Fig. 11 die gitterartige Skala 126 über den gesamten Bildaufnahmebereich 128 des Monitors 98 hinweg wiedergegeben. Wahlweise kann jedoch eine Skala auf die in den Fig. 12 und 13 gezeigte Weise wiedergegeben werden. Bei der Abwandlung nach Fig. 12 wird die gitterartige Skala 126 nur im Bereich des Zentrums des Aufnahmebereichs 128 wiedergegeben, weil der Umfangs(rand)teil des Bereichs 128 mit einer geringen Meßgenauigkeit behaftet ist. In diesem Fall befindet sich das Bild S_d des Meßstrahls L_d in der Nähe des Zentrums der Bildebene X . Bei der Abwandlung nach Fig. 13 wird anstelle der gitterartigen Skala 126 eine eindimensionale Skala 136 auf dem unter dem Aufnahmebereich 128 befindlichen, für Begutachtung o. dgl. vorgesehenen Teil des Anzeigebereichs 130 wiedergegeben. Wie bei der zweiten Ausführungsform wird dabei auch die Länge pro Teilung(seinheit) angezeigt.

Bei der zweiten Ausführungsform wird zudem die Messung zum gewünschten Zeitpunkt eingeleitet. Gemäß Fig. 14 kann jedoch die Meßfunktion ständig aufrechterhalten werden. Bei dieser Abwandlung ist der Meßfunktions-Schalter 120 weggelassen, und der Verschluss 122 wird periodisch, mit dem Fernsehsignal synchronisiert, betätigt. Der Speicherteil 90 enthält zudem erste und zweite Einzelbild-Speicher 142 bzw. 144 für Messung. In den ersten Speicher 142 werden Bilder stets gleichzeitig mit dem (Einschreiben in den) Einzelbild-Speicher 108 für beobachtete angehaltene Bilder eingeschrieben. Wenn der Verschluss 122 geöffnet ist, so daß der Meßstrahl L_d projiziert werden kann, wird die Speicherung neuer Bilder unterbrochen. Wenn der Strahl L_d projiziert wird, wird das augenblickliche Bild, dem das optische Bild S_d des Strahls L_d überlagert ist, in den zweiten Speicher 144 eingeschrieben.

Wenn somit der Meßstrahl-Verschluss 122 gemäß Fig. 15 offen ist, wird das Einschreiben neuer Bilder in den ersten Einzelbild-Speicher 142 verhindert, und das augenblickliche Bild wird in den zweiten Einzelbild-Speicher 144 eingeschrieben. Mithin werden die ohne Projektion des Meßstrahls L_d gewonnenen Beobachtungsbildarten im Speicher 142 abgespeichert, während von der Überlagerung des Bilds S_d des Strahls L_d zum Beobachtungsbild (observed image) resultierende Bildarten im Speicher 144 abgespeichert werden. Sodann werden die Bildarten des Speichers 142 von denen des Speichers 144 subtrahiert, und der Rest wird in den Speicher 144 eingeschrieben. Hierauf werden die Bild-

daten des Speichers 144 auf einem vorbestimmten Pegel in eine binäre Version umgewandelt.

Anschließend werden wie bei der zweiten Ausführungsform die Zentralposition des optischen Bilds S_d erfaßt oder bestimmt und Berechnungen für die Messung durchgeführt. Nachstehend ist anhand von Fig. 16 die Wiedergabe des aufgenommenen, im Zusammenhang mit einer solchen Messung gewonnenen Bilds beschrieben. Zunächst wird die im Einzelbild-Speicher 108 für beobachtete angehaltene Bilder gespeicherte Abbildung (picture image) wiedergegeben, bevor der Meßstrahl L_d projiziert wird: Wenn der Strahl L_d projiziert wird, wird der Speicher 108 gesperrt oder an einem Speichern der Bilder gehindert, um die Wiedergabe eines Bilds mit dem überlagerten Strahl L_d zu verhindern, so daß das vorhandene Bild wiedergegeben wird. Das nächste Bild wird im Speicher 108 gespeichert und wiedergegeben. Die Meßskala wird dem Aufnahmebild nach der Länge pro Teilung(seinheit) überlegt, und andere vorbestimmte Daten werden in den Einzelbild-Speicher 112 für Zeichen eingeschrieben. Da die Operation für die Messung mit einer vorbestimmten Periode durchgeführt wird, wird nur die Länge pro Teilung(seinheit) (length per division) von den anderen Elementen der Meßskala periodisch wiedergegeben, während die anderen Elemente, wie gitterartige Skala, kontinuierlich wiedergegeben werden. Auf diese Weise erfolgt die Messung ohne Unterbrechung, so daß fortlaufend die genaue Größe des Aufnahmebilds geliefert wird.

Wenn die gitterartige Skala ständig wiedergegeben oder angezeigt wird, kann sie möglicherweise eine genauere Betrachtung des Aufnahmebilds behindern. Vorzugsweise ist daher ein Schalter zum Ein- und Ausschalten der Skalanzeige vorgesehen. Die Einheit der beschriebenen Sequenz kann zudem auch ein Halb- oder Teilbild (field) anstelle eines Einzelbilds (frame) sein. Bei der tatsächlichen photographischen Aufnahme kann das Bild zeitweilig angehalten werden. Wenn der Anhaltezeitpunkt mit dem Projektionszeitpunkt für den Meßstrahl L_d übereinstimmt, sollte ersterer um ein Einzelbild verzögert werden.

Bei der beschriebenen Ausführungsform wird der Lichtstrahl über die Lichtleiter 72 und den Verschluss 122 zur Kollimator-Linse 68 für Meßstrahlprojektion geleitet. Wahlweise kann jedoch für diesen Zweck eine Leuchtdiode verwendet werden. In diesem Fall ist das Ein- und Ausschalten des Meßstrahls L_d einfach, so daß das Endoskop 52 einen einfachen Aufbau erhält.

Bei der beschriebenen Ausführungsform erfolgen weiterhin die Rechenverarbeitungsoperationen nach Maßgabe von Signalen vom Festkörper-Bildaufnahmelement 66. Gemäß Fig. 17 kann jedoch ein Bild vom optischen Objektivsystem 60 mittels eines Lichtleiters zu einem Okularteil 160 geleitet werden, an dem eine Fernsehkamera 162 zum Aufnehmen eines endoskopischen optischen Bilds vorgesehen ist. Dieselben Verarbeitungsoptionen wie bei der beschriebenen Verarbeitungsform können für die Videoausgangssignale der Kamera 162 durchgeführt werden.

Fig. 18 veranschaulicht eine Abwandlung, bei welcher ein Laserstrahl L_d für medizinische Behandlung als Meßstrahl benutzt wird. Dabei ist der Lichtleiter für den Strahl L_d über einen Pinzettenkanal zum distalen Abschnitt geführt. Hierbei ist es nur nötig, daß der Projektionswinkel der Pinzettenöffnung 74 im voraus bekannt ist. Die Meßgenauigkeit kann durch genaue Festlegung der Öffnung 74 und der mit dem distalen Ende des Lichtleiters 72 gekoppelten Kollimator-Linse 68 verbessert

werden. Mit dieser Anordnung kann die Messung ohne Komplizierung oder Abwandlung der Konstruktion des distalen Abschnitts des Einführteils des herkömmlichen Endoskops durchgeführt werden. Dabei sind die Einrichtung zum Projizieren des Meßstrahls L_d in Verbindung mit dem Meßfunktions-Schalter 120, die Berechnung für Messung und die System(arbeits)sequenz dieselben wie bei der beschriebenen Ausführungsform. Zum Ausführen derselben Operation wie bei der erwähnten Abwandlung, bei welcher die Meßfunktion fortlaufend aufrechterhalten wird, muß ein nicht dargestellter Zeitsteuer- oder Taktgenerator für die periodische, mit dem Fernsehsignal synchronisierte Betätigung des Meßstrahl-Verschlusses 122 vorgesehen sein.

Bei der beschriebenen zweiten Ausführungsform wird weiterhin nur ein einziger Meßstrahl projiziert. Wahlweise können jedoch zur Gewährleistung höherer Meßgenauigkeit zwei oder mehr Meßstrahlen projiziert werden.

20

25

30

35

40

45

50

55

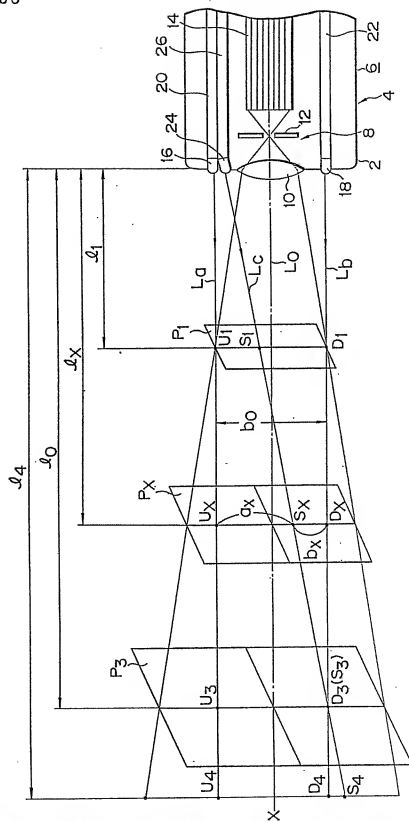
60

65

3629435

Nummer: 36 29 435
 Int. Cl. 4: A 61 B 1/00
 Anmeldetag: 29. August 1986
 Offenlegungstag: 12. März 1987

F I G. 1



ORIGINAL INSPECTED

708 811/589

29-08-86

FIG. 2

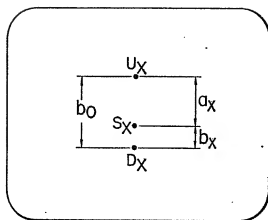
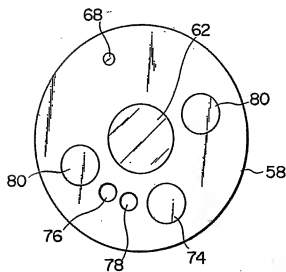


FIG. 4

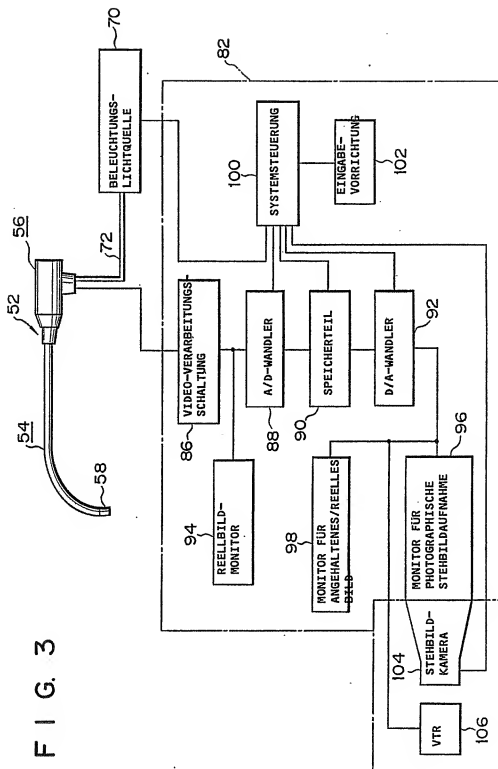


ORIGINAL INSPECTED

3629435

200000

FIG. 3



ORIGINAL INSPECTED

FIG. 5

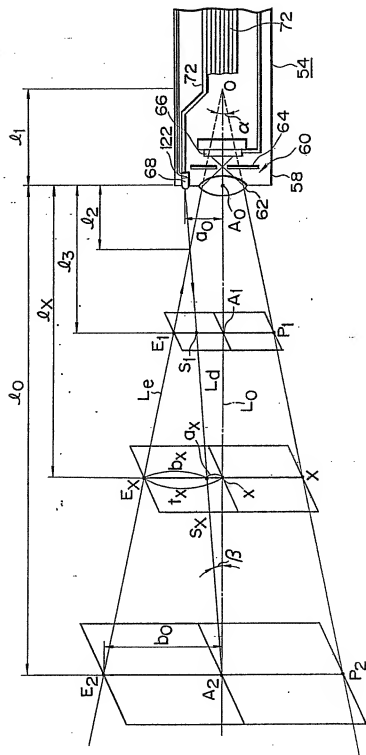
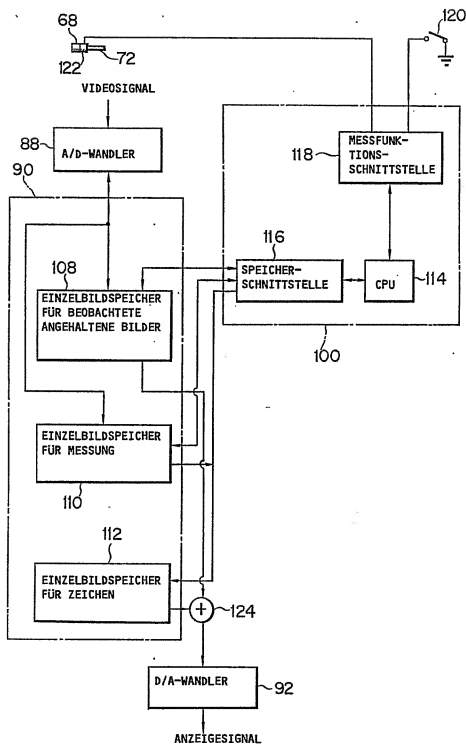


FIG. 6



2-08-86

FIG. 7

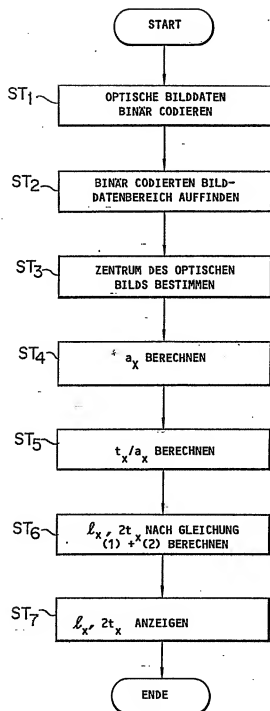


FIG. 8

MESSFUNKTIONS-
SCHALTER

EIN

AUS

MESSSTRAHL-
VERSCHLUSS

OFFEN

GESCHLOSSEN

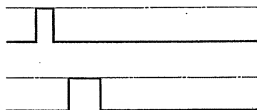


FIG. 9A FIG. 9B FIG. 9C



FIG. 10

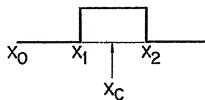


FIG. 11

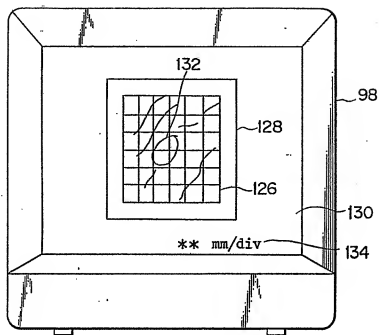


FIG. 12

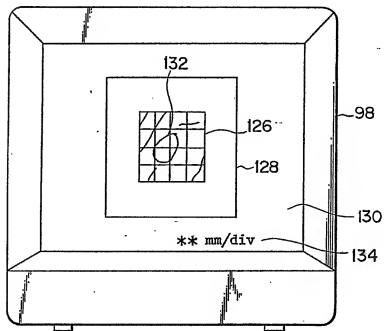
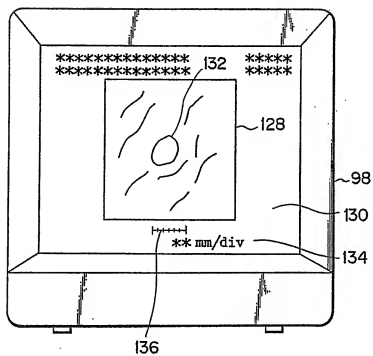
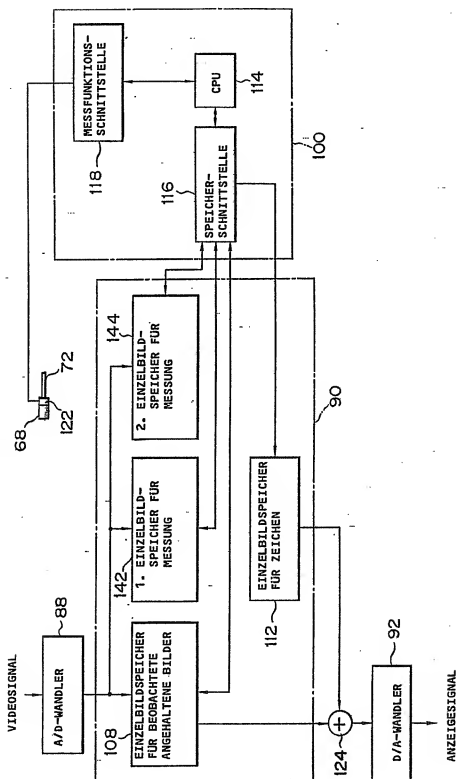


FIG. 13

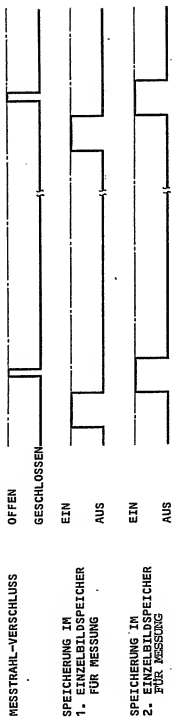


2008-08

FIG. 14



F I G. 15



F I G. 16

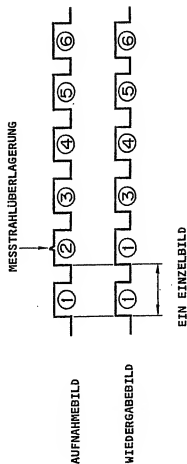


FIG. 17

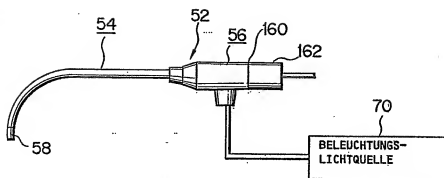


FIG. 18

